

**MANUFACTURE OF HIGH TEMPERATURE SUPERCONDUCTIVE WIRE**

**Publication number:** JP5159641 (A)

**Publication date:** 1993-06-25

**Inventor(s):** HIKATA TAKESHI; SATO KENICHI

**Applicant(s):** SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES; JAPAN RES DEV CORP

**Classification:**

- international: **B21F19/00; H01B12/04; H01B13/00; B21F19/00; H01B12/04; H01B13/00; (IPC1-7): B21F19/00; H01B12/04; H01B13/00**

- European:

**Application number:** JP19910318904 19911203

**Priority number(s):** JP19910318904 19911203

**Abstract of JP 5159641 (A)**

**PURPOSE:**To obtain the uniform critical current density by performing the rolling work under at least either the reduced pressure or inactive gas atmosphere. **CONSTITUTION:**The powder of a high temperature superconductor such as bismuth group or the raw material powder for forming a high temperature superconductor is filled in a metal sheath, and drawing and rolling are performed, and thereafter, heat treatment is performed. This rolling is performed under the reduced pressure or atmosphere of inactive gas such as helium. A superconductive part in the metal sheath is thereby made fine to prevent the expansion of the wire. Consequently, the wire having a high critical current density is obtained.

.....  
Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-159641

(43)公開日 平成5年(1993)6月25日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 B 13/00	5 6 5 D	8936-5G		
B 2 1 F 19/00	Z A A C	9264-4E		
// H 0 1 B 12/04	Z A A	8936-5G		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平3-318904

(22)出願日 平成3年(1991)12月3日

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(74)上記1名の代理人 弁理士 深見 久郎 (外4名)

(71)出願人 390014535

新技術事業団

東京都千代田区永田町2丁目5番2号

(74)上記1名の代理人 弁理士 深見 久郎

(72)発明者 日方 威

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

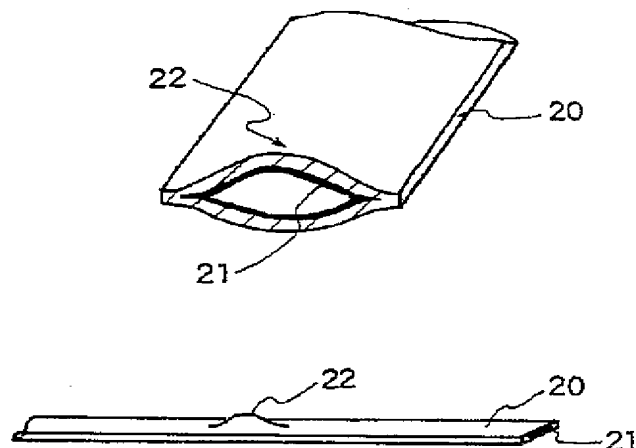
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高温超電導線材の製造方法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 長尺の超電導線材を製造するに際し、線材の長手方向にわたって均一で高い電流密度を得ることができ、高温超電導線材の製造方法を提供する。

【構成】 高温超電導体の粉末または高温超電導体を生成するための原料粉末を金属シース内に充填する工程と、粉末が充填された金属シースについて伸線加工または圧延加工を施した後、熱処理する工程と、次いで圧延加工を行なった後、さらに熱処理を行なう工程とを備える方法において、圧延加工を減圧下または不活性ガス雰囲気下で行なうことを特徴とする方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高温超電導体の粉末および高温超電導体を生成するための原料粉末の少なくともいずれかを金属シース内に充填する工程と、  
前記粉末が充填された金属シースについて、伸線加工および圧延加工の少なくともいずれかを施した後、熱処理する工程と、  
次いで、圧延加工を行なった後、熱処理を行なう工程とを備える高温超電導線の製造方法において、  
前記圧延加工を減圧下および不活性ガス雰囲気下の少なくともいずれかで行なうことを特徴とする、高温超電導線の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、高温超電導線の製造方法に関し、特に、臨界電流密度の向上した長尺線材を製造するための方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、より高い臨界温度を示す超電導材料として、セラミック系のもの、すなわち酸化物超電導材料が注目されている。たとえば、ビスマス系酸化物超電導材料は、110K程度の高い臨界温度を有することから、その実用化が期待されている。

【0003】ビスマス系超電導体には、臨界温度が110Kのもの、80Kのもの、および10Kのものがあることが知られている。また、ビスマス系酸化物超電導体において、110K相は、Bi-Sr-Ca-Cuまたは、これについてBiの一部をPbで置換した(Bi, Pb)-Sr-Ca-Cuにおいて2223組成を有しており、他方、80K相は、同構成元素において2212組成を有している。

【0004】このような酸化物超電導体を製造する方法において、酸化物超電導体の原料を金属シースに充填した状態で、塑性加工および熱処理を施すことにより、金属シース内の原料を超電導体化する方法がある。この方法は、たとえば長尺の超電導線材を製造するとき有利に適用される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】超電導体をケーブルやマグネットに応用しようとするには、高い臨界温度に加えて高い臨界電流密度を有していることが必要である。したがって、上記方法において高い臨界電流密度を得るためには、金属シース内に充填する粉末の密度を上げることが重要となる。従来の方法では、大気下、伸線加工または圧延加工等によって粉末の圧密化が行なわれるが、たとえば、従来法において長尺の線材を圧延した際、図1に示すように銀被覆20内の超電導部21に含まれる気体が圧延の際に抜け切らず、膨張部22を発生させた。その結果、超電導部21にクラックが生じたり、超電導部21の緻密性が低下したりするという問題

が生じた。

【0006】この発明の目的は、長尺の超電導線材を製造するに際し、上記問題点を解決し、線材の長手方向にわたって均一な臨界電流密度を得ることができる高温超電導線材の製造方法を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】この発明に従う高温超電導線材の製造方法は、高温超電導体の粉末および高温超電導体を生成するための原料粉末の少なくともいずれかを金属シース内に充填する工程と、粉末が充填された金属シースについて、伸線加工および圧延加工の少なくともいずれかを施した後、熱処理する工程と、次いで圧延加工を行なった後、熱処理を行なう工程とを備える方法において、圧延加工を減圧下および不活性ガス雰囲気下の少なくともいずれかで行なうことを特徴としている。

【0008】この発明に従う減圧は、たとえば10torr以下が好ましい。また、この発明に従う不活性ガスは、たとえばヘリウムが特に好ましい。

【0009】また、この発明に従う方法は、特に、Bi-Sr-Ca-Cuおよび(Bi, Pb)-Sr-Ca-Cu等のいわゆるビスマス系高温超電導体について長尺の線材を形成するため適用することができる。

## 【0010】

【作用】この発明に従って、圧延加工を減圧下において行なえば、金属シース内に残留するガスの量を大幅に減少させることができる。また、この発明に従って、圧延加工を不活性ガス雰囲気下で行なえば、圧延加工を施す線材の長手方向に沿ってその内部に残留するガスが抜けやすくなる。いずれにせよ、金属シース内の残留ガスは減少するため、このガスの抵抗により妨げられていた粒子同士の粒界での結合は、促進され、粒子の緻密度は向上する。このようにして上述した問題、すなわち圧延時に圧縮されていた残留ガスが圧延後に元の状態に膨張して図1に示すような線材の膨張が生じる問題は解決される。

## 【0011】

【発明の効果】この発明によれば、圧延加工を減圧下または不活性ガス雰囲気下で行なうことにより、金属シース内部の超電導部をより緻密にすることができ、上述したように線材の膨張を抑止することができる。その結果、臨界電流密度の高い高温超電導線材を得ることができる。したがって、この発明により製造された高温超電導線材は、ケーブルおよびマグネットなどへの実用化の可能性がより高められている。

【0012】以下、この発明を実施例によりさらに詳しく説明するが、以下の開示はこの発明の単なる具体例にすぎず、この発明の技術的範囲を何ら制限するものではない。

## 【0013】

【実施例】Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO、SrCO<sub>3</sub> およびCu

Oの各粉末を原料とし、これらをBi:Pb:Sr:Ca:Cu=1.8:0.4:2:2.2:3の組成比となるよう混合した。混合物を800℃で8時間熱処理した後、熱処理して得られたものを粉末状にするため、自動乳鉢を用いて2時間粉碎した。粉碎して得られたものを860℃で8時間熱処理した後、再び上記と同様に粉末状に粉碎した。粉碎後得られた微粉末を、外径30mm、内径20mmの銀パイプに充填し、次いで、伸線加工および圧延加工を順に実施した。伸線加工においては外径が1mmφになるまで実施し、銀被覆線材を作製した。その後の圧延加工においては、圧延時の雰囲気

を、(1)大気常圧中、(2)大気100torr中、(3)大気10torr中、(4)大気1torr中、(5)ヘリウムガス常圧中、(6)ヘリウムガス100torr中、(7)ヘリウムガス10torr中、および(8)ヘリウムガス1torr中、の8条件でそれぞれ圧延を実施し、長さ120mの線材を作製した。圧延\*

\*加工後、線材を845℃、50時間、大気中において熱処理した後、徐冷した。その後、さらに、第1回目と同様の条件においてそれぞれ圧延加工し、次いで840℃、50時間熱処理した。

【0014】このようにして得られた線材について、上述したような膨張部の有無を調べるとともに、100m長における液体窒素中(77.3K)での臨界電流密度および緻密度を測定した。その結果を表1に示す。表1における番号は、上述した圧延時の条件についての番号である。表1から明らかなように、大気圧中および大気100torr中での圧延加工は、線材に膨張部を発生させた。一方、他の条件では膨張部が認められなかった。また、表に示されるように、臨界電流密度は真空度を減少させることにより増加し、さらにヘリウムガス中で圧延を行えばより増加した。

【0015】

【表1】

圧延条件No.	1	2	3	4	5	6	7	8
線材膨張箇所 個数	30	5	0	0	0	0	0	0
Jc(A/cm <sup>2</sup> )	5000	8000	14000	21000	14000	18000	22000	27000
緻密度 (g/cm <sup>3</sup> )	5.5	5.9	6.3	6.4	6.4	6.5	6.5	6.5

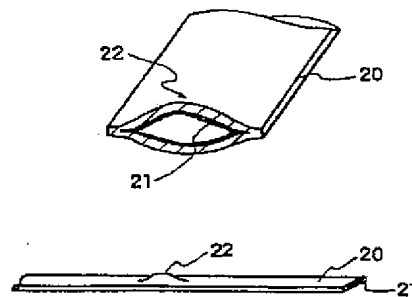
【図面の簡単な説明】

【図1】従来法に従って製造された高温超電導線材に膨張部が発生した状態を示す斜視図である。

【符号の説明】

20 銀被覆  
21 超電導部  
22 膨張部

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 謙一

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電  
気工業株式会社大阪製作所内